

①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 3934007 A1**

⑤1 Int. Cl. 5:  
**G01 R 19/00**  
G 01 L 9/00

②1 Aktenzeichen: P 39 34 007.4  
②2 Anmeldetag: 11. 10. 89  
④3 Offenlegungstag: 4. 10. 90

DE 3934007 A1

③0 Unionspriorität: ③2 ③3 ③1  
31.03.89 US 331229

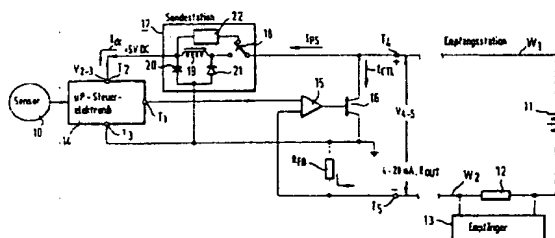
⑦1 Anmelder:  
Fischer & Porter Co., Warminster, Pa., US

⑦4 Vertreter:  
Weickmann, H., Dipl.-Ing.; Fincke, K., Dipl.-Phys.  
Dr.; Weickmann, F., Dipl.-Ing.; Huber, B.,  
Dipl.-Chem.; Liska, H., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Prechtel,  
J., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 8000  
München

⑦2 Erfinder:  
Chlebda, Stanley, Huntingdon Valley, Pa., US

⑤4 **Zweidraht-Fernmeßeinrichtung**

Fernmeßeinrichtung, in der eine mit Gleichspannung versorgte, von einer Prozeßvariablen oder einer anderen Variablen angesteuerte Sendestation in Abhängigkeit von der Variablen ein Gleichstromsignal über eine Zweidrahtleitung ( $W_1$ ,  $W_2$ ) zu einer Empfangsstation liefert, in der eine Gleichspannungsquelle (11) über einen Lastwiderstand (12) an die Leitung ( $W_1$ ,  $W_2$ ) angekoppelt ist. An diesen Widerstand wird ein Ausgangssignal in einem vorgegebenen Strombereich zur Ansteuerung eines Indikators oder eines anderen Instrumentes erzeugt. Die gleiche Leitung ( $W_1$ ,  $W_2$ ) speist die Versorgungseingangsanschlüsse ( $T_2$ ,  $T_3$ ) der Sendestation mit der Versorgungsgröße, wobei der Abwärtsschaltregler (17) sowohl bei hoher Spannung und kleinem Strom als auch bei kleiner Spannung und hohem Strom eine konstante Versorgungsgröße erzeugt, wodurch für die Sendestation mehr Leistung zur Verfügung steht und ihre Lastansteuerungsmöglichkeiten verbessert werden.



BEST AVAILABLE COPY

DE 3934007 A1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft generell eine Fernmeßanordnung, in der ein Gleichstromsignal, das durch eine auf eine interessierende Variable ansprechende Sendestation über eine Zweidrahtleitung zu einer Empfangsstation mit einer Gleichspannungs-Versorgungsquelle übertragen wird, deren Ausgangssignal zur Erzeugung einer Betriebsversorgung für die Sendestation über die gleiche Leitung zu dieser übertragen wird, und speziell eine Anordnung dieser Art, welche eine relativ große Versorgung für die Sendestation zu liefern vermag.

Eine Zweidraht-Fernmeßanordnung eignet sich speziell in einer Regelschleife für industrielle Prozesse, in der ein in einer Sendestation durch ein Thermoelement oder einen anderen Sensor für die zu messende Prozeßvariable erfaßter Wert in ein Gleichstromsignal überführt wird, das über eine Zweidrahtleitung in eine entfernte Empfangsstation zur Ansteuerung von Indikatoren, Aufzeichnungsgeräten, Reglern oder anderen Instrumenten in der Prozeßregelschleife übertragen wird. Anordnungen dieser Art sind in den US-PS 40 84 155, 41 58 765 und 46 92 328 beschrieben.

Ein wesentlicher Vorteil einer Zweidraht-Fernmeßanordnung ist darin zu sehen, daß die gleiche Leitung nicht nur zur Übertragung des Stromsignals von der Sendestation zur Empfangsstation, sondern auch zur Übertragung der Betriebsversorgung von der Empfangsstation zur Sendestation dient, wodurch die Notwendigkeit für gesonderte Leitungen in Fernregelanordnungen entfällt. Ein Stromausgangssignal hält dabei auch die Anfälligkeit der Anordnung auf Rauschspannungsspitzen minimal und eliminiert Leitungsausfallprobleme.

Für eine Prozeßregel-Fernmeßanordnung gibt die nationale US-Norm ANSI-MC 12.1 — 1975 und ISA-S 50.1, "Compatibility of Analog Signals für Electronic Industrial process Instruments" an, daß das Norm-Ausgangssignal (einer Sendestation) ein Gleichstrom im Bereich von 4 mA bis 20 mA (Abschnitt 3.2 der Norm) und das Norm-Spannungssignal (des Empfängers) eine Gleichspannung von 1 bis 5 V (Abschnitt 3.3.2 der Norm) sein soll. Diese Normen werden generell von der Industrie für eine industrielle Prozeßregelung angenommen und praktiziert.

Es hat sich auch gezeigt, daß bekannte Fernmeßanordnungen dieser Art in bestimmten Fällen keine angemessene Betriebsversorgung für Sendestationen liefern. Ist beispielsweise die Sendestation ein differentieller Druckwandler (D-P-Wandler), der mit einer eine Quadratwurzel ziehenden Anordnung zusammenarbeitet, so werden die Versorgungsgrößenanforderungen dieser Komponenten bei kleinen Eingangspegeln nicht erfüllt, wenn die Anordnung im gewöhnlichen Gleichstrombereich von 4 bis 20 mA arbeitet. Soll ein Mikroprozessor in einer Sendestation vorhanden sein, so kann dies aus Versorgungsgründen nicht realisierbar sein. Es ist bekannt, in einer Zweidraht-Fernmeßanordnung eine lineare Regelung der Versorgungsspannung für die Sendestation durchzuführen. Derartige lineare Regler begrenzen den Leistungsverbrauch der Sender-Steuerschaltung und reduzieren deren Treibermöglichkeiten. Ein Zweidrahtsender ist typischerweise für eine minimale Spannungsversorgung mit festgelegten Bedingungen ausgelegt, wobei ein linearer Zusammenhang zwischen der Betriebsspannung und der Ansteuermöglichkeit einer Widerstandslast realisiert ist. Beispielsweise kann ein Betrieb bei 12,5 V und 0 Ohm oder auch ein Betrieb bei 24 V und 500 Ohm festgelegt werden. Die interne Sendersteuerelektronik ist notwendigerweise auf einen Stromverbrauch von weniger als 3,8 mA in einem Betriebsbereich der Anordnung von 4 bis 20 mA begrenzt. Je kleiner daher die minimale Betriebsspannung ist, um so kleiner muß der Lastwiderstand sein.

Aufgrund derartiger Leistungsbegrenzungen kann es in vielen Fällen notwendig sein, die Fernmeßanordnung nicht als Zweidrahtanordnung, sondern als Vierdrahtanordnung auszubilden. Derartige zusätzliche Leitungen dienen zur Zuführung der entsprechenden Betriebsversorgung zur Sendestation, wodurch die wesentlichen Vorteile einer Zweidrahtanordnung verlorengehen.

Für jede Zweidrahtschleife ist der Leistungsverbrauch der Sendersteuerelektronik durch die externe Versorgungsspannung (die Quelle der gesamten in der Schleife verbrauchten Leistung) und den minimalen Betriebstrom in der Schleife (4 mA) begrenzt. Beispielsweise ist der Leistungsverbrauch der Steuerelektronik aller Standard-Zweidrahtsender auf  $4 \text{ mA} \cdot \text{Versorgungsspannung}$  V beschränkt.

Erfordert die Steuerelektronik im Sender eine der Versorgungsspannung gleiche Spannung, so können 4 mA als Maximalstrom verbraucht werden. In einer Situation, in der die Steuerelektronik jedoch eine kleinere Spannung als die Versorgungsspannung benötigt, kann ein höherer Stromverbrauch erreicht werden.

Der vorliegenden Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Anordnung der in Rede stehenden Art anzugeben, bei welcher der Sendersteuerelektronik mehr Leistung zugeführt wird, wenn diese Steuerelektronik durch eine Schaltung realisiert wird, welche in bezug auf die verfügbare Spannung eine relativ kleine Spannung benötigt, wobei der Leistungsverbrauch insbesondere nicht auf einen kleinen Wert von  $4 \text{ mA} \cdot \text{Spannung}$  V beschränkt ist.

Diese Aufgabe wird bei einer Zweidraht-Fernmeldeeinrichtung der eingangs genannten Art erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Die Erfindung sieht also eine Zweidraht-Fernmeßanordnung vor, in der die gleiche Leistung ein Gleichstromsignal von einer Sendestation zu einer Empfangsstation führt, wobei der Sendestation eine Betriebsversorgung mit im wesentlichen konstantem Wert zugeführt wird, der selbst bei kleinen Signalpegeln ausreicht, um relativ komplexe Sendestationen, wie etwa magnetische Flußmesser, auf Felder ansprechende Multiplexer oder Sender auf Mikroprozessor-Basis zu versorgen.

Gemäß einer Ausgestaltung der Erfindung wird bei einer Zweidraht-Fernmeßanordnung der vorgenannten Art die der Sendestation zugeführte Versorgungsgröße durch einen Schaltregler geregelt, der zwei Versorgungseingangsanschlüssen sowohl in einem Zustand mit hoher Spannung und kleinem Strom als auch in einem Zustand mit kleiner Spannung und hohem Strom eine im wesentlichen konstante Versorgungsgröße zuführt.

Die erfindungsgemäße Zweidraht-Fernmeßanordnung ist dabei relativ einfach und billig aufgebaut und arbeitet dennoch effizient und zuverlässig.

In der erfindungsgemäßen Zweidraht-Fernmeßanordnung liefert also eine mit Gleichspannung versorgte Sendestation, welche auf eine Prozeßvariable oder eine andere Variable anspricht, ein Gleichstromsignal als Funktion dieser Variablen, das über eine Zweidrahtleitung zu einer Empfangsstation übertragen wird, in der eine Gleichspannungsquelle über einen Lastwiderstand an die Leitung angeschlossen ist. An diesem Widerstand wird ein Ausgangssignal in einem vorgegebenen Strombereich zur Ansteuerung eines Indikators oder eines anderen Instrumentes erzeugt. Die gleiche Leitung liefert die Betriebsgröße für die Versorgungseingangsanschlüsse der Sendestation über einen Abwärts-Schaltregler, welcher sowohl im Zustand hoher Spannung und kleinem Strom als auch im Zustand kleiner Spannung und hohem Strom eine konstante Betriebsgröße liefert, wodurch mehr Leistung für die Sendestation zur Verfügung steht und ihre Laststeuerfähigkeit erhöht wird.

Weitere Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand von Unteransprüchen.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von in den Figuren der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 ein Schaltbild einer erfindungsgemäßen Zweidraht-Fernmeßanordnung,

Fig. 2 ein Schaltbild der grundlegenden Elemente eines in der Anordnung enthaltenen Abwärts-Schaltreglers und

Fig. 3 ein vereinfachtes Schaltbild für den generellen Fall der zur Verfügung stehenden Leistung, wenn in der Anordnung eine lineare Schaltregelung durchgeführt wird.

Fig. 1 zeigt die grundlegenden Elemente einer Zweidraht-Fernmeßanordnung gemäß der Erfindung, welche eine durch eine Prozeßvariable oder eine andere Variable angesteuerte, mit Gleichspannung versorgte Sendestation enthält, wobei die Variable durch einen Sensor 10 gemessen wird. Die Sendestation ist durch eine Zweidrahtleitung  $W_1$  und  $W_2$  mit einer entfernten Empfangsstation verbunden, in der eine durch eine Batterie 11 gebildete Versorgungsgleichspannungsquelle mit einem Lastwiderstand 12 in Reihe geschaltet ist, über den ein Ausgangssignal im Standard-Strombereich (beispielsweise 4 bis 20 mA Gleichstrom) fließt. Die am Lastwiderstand 12 abfallende Spannung wird in einen Empfänger 13 eingespeist, bei dem es sich um einen Indikator für die Prozeßvariable, ein Aufzeichnungsgerät, einen Regler oder ein anderes Gerät für eine Prozeßregelung handeln kann. Die Zweidrahtleitung  $W_1$  und  $W_2$  ist an Anschlüssen  $T_4$  und  $T_3$  mit der Sendestation verbunden.

Der Sensor 10 kann ein Thermoelement, ein differentieller Druckwandler oder eine andere Einrichtung zur Messung der Prozeßvariablen sein. Diese Variable kann die Strömungsgeschwindigkeit, die Temperatur oder der Druck sein, woraus ein proportionales Analogsignal erzeugt wird. Im dargestellten Ausführungsbeispiel wird dieses Analogsignal in eine durch einen Mikroprozessor gesteuerte Schaltung 14 eingespeist.

Das durch die durch einen Mikroprozessor gesteuerte Schaltung 14 gelieferte Ausgangssignal an dem Anschluß  $T_1$  wird in einen Eingang eines Differenzverstärkers 15 eingespeist, in dessen anderen Eingang eine an einem Rückkopplungswiderstand  $R_{FB}$  abfallende Rückkopplungsspannung eingespeist wird. Das Ausgangssignal des Verstärkers 15 moduliert einen Ausgangstransistor 16, der zwischen den Leitungen  $W_1$  und  $W_2$  in Serie zum Widerstand  $R_{FB}$  liegt.

Die durch einen Mikroprozessor gesteuerte Schaltung 14 besitzt Versorgungseingangsanschlüsse  $T_2$  und  $T_3$ , wobei der Anschluß  $T_3$  über den Widerstand  $R_{FB}$  an einem Anschluß  $T_5$  mit der Leitung  $W_2$  verbunden ist. Der Anschluß  $T_2$  ist über einen Schaltregler 17 an einem Anschluß  $T_4$  mit der Leitung  $W_1$  verbunden. Der Regler 17 dient zur Einführung einer relativ großen Versorgungsgröße zu der durch einen Mikroprozessor gesteuerten Schaltung 14 mit konstantem Pegel, welcher sowohl bei hoher Spannung und kleinem Strom als auch bei kleiner Spannung und hohem Strom im wesentlichen unverändert bleibt.

Die Spannung zwischen den Anschlüssen  $T_2$  und  $T_3$  ist gleich  $V_{2-3}$ , während die Spannung zwischen den Anschlüssen  $T_4$  und  $T_5$  gleich  $V_{4-5}$  ist. Der in den Regler 17 fließende Strom ist mit  $I_{PS}$  bezeichnet, während der vom Regler 17 in die durch einen Mikroprozessor gesteuerte Schaltung 14 fließende Strom mit  $I_{dc}$  bezeichnet ist. Die Spannung  $V_{2-3}$  ist durch Versorgungsgrößenspezifikationen der in der durch einen Mikroprozessor gesteuerten Schaltung 14 verwendeten Komponenten festgelegt. Typischerweise handelt es sich bei der Spannung  $V_{2-3}$  um eine Gleichspannung von 5 V.

Erfindungsgemäß soll ein Strom  $I_{dc}$  erzeugt werden, welcher größer als der Strom  $I_{PS}$  bei der geregelten Gleichspannung von 5 V ist, um den Strombedarf der durch einen Mikroprozessor gesteuerten Schaltung 14 zu befriedigen. Dies wird durch den Schaltregler 17 realisiert, wenn die Spannung  $V_{2-3}$  kleiner als die Spannung  $V_{4-5}$  ist, wie dies im folgenden noch erläutert wird.

Für diesen Zweck geeignete Schaltregler sind in den folgenden Druckschriften erläutert:

- A. 1987 "Switchmode (A Designers Guide for Switching Power Supply Circuits and Components)" der Firma Motorola Corporation.
- B. "Applications Handbook (1987 - 1988)" der Firma Uniode Corporation.
- C. "Linear and Interface Circuit Applications 1985" (Section C-Switching Power Design) der Firma Texas Instruments.

Der Regler 17 enthält einen Schalttransistor 18, der mit einer vorgegebenen Frequenz durchgeschaltet und gesperrt wird. Während des Intervalls der Durchschaltung des Schalters 18 wird die Eingangsspannung in den Eingang eines durch eine Induktivität 19 und eine Kapazität 20 gebildeten LC-Filters eingespeist, wodurch der Strom zunimmt. Ist der Schalter gesperrt, so hält die in der Induktivität 19 gespeicherte Energie den Stromfluß zur Last über eine "Fang"-Diode 21 aufrecht.

Der Regler wird durch eine generell durch einen Block 22 dargestellte Steuerschaltung überwacht und gesteuert. Diese Steuerschaltung enthält einen Impulsbreitenmodulator speisenden Oszillator, einen Fehlerverstärker und eine Präzisionsspannungsreferenz. Der Fehlerverstärker vergleicht die Eigenreferenzspannung mit einem Abtastwert der Spannung vom Filter. Bei zunehmender Last sinkt die Ausgangsspannung. Der

Fehlerverstärker tastet diesen Abfall ab und hält den Pulsbreitenmodulator für eine längere Zeitperiode wirksam, wodurch breitere Steuerimpulse zum Schalttransistor 18 geliefert werden.

Die Breite des Impulses legt fest, wie lange der Transistorschalter einen Stromfluß ermöglicht, d. h. wieviel Strom zum Ausgang geliefert wird. Nimmt die Last ab, so werden dem Schalttransistor schmalere Steuerimpulse zugeführt, bis die Ausgangsspannung auf einem konstanten Wert bleibt.

Schaltregler stehen in drei grundsätzlichen Ausführungsformen zur Verfügung:

- (1) Abwärts- bzw. "Gegenwirkungs"-Regler,
- (2) Aufwärts- bzw. "Anhebungs"-Regler,
- (3) invertierender Regler.

Erfindungsgemäß wird ein Abwärtsregler verwendet, dessen Funktion im folgenden anhand von Fig. 2 beschrieben wird. Der Transistorschalter 18 liegt in Serie mit der Induktivität 19 zwischen einer Eingangsspannung  $V_1$  und einer Ausgangsspannung  $V_0$ , wobei die Diode 21 auf der Eingangsseite der Induktivität und die Kapazität 20 auf deren Ausgangsseite liegt.

Der Transistorschalter 18 in der Gegenwirkungsschaltung zerhackt die Eingangsspannung, um einen Impuls mit variabler Breite in das einfache, durch die Induktivität 19 und die Kapazität 20 gebildete mittelnde Filter einzuspeisen. Ist der Schalter 18 geschlossen, so liegt die Eingangsspannung an diesem Filter, und es fließt Strom über die Induktivität 21 zur Last. Ist der Schalter 18 offen, so hält die im Feld der Induktivität gespeicherte Energie den Stromfluß durch die Last aufrecht.

In dieser Gegenwirkungsschaltung ist der Spitzenschaltstrom proportional zum Laststrom. Die Ausgangsspannung  $V_0$  ist gleich dem Produkt aus Eingangsspannung  $V_1$  und dem Tastverhältnis. Im Abwärtsschaltregler ist daher die Ausgangsspannung immer kleiner als die Eingangsspannung.

In einem linearen Serien- oder Nebenschlußregler ist aufgrund des kontinuierlichen Betriebes die Verlustleistung relativ groß. Typischerweise ist der Wirkungsgrad eines linearen Reglers kleiner als 50%. Ist die Differenz zwischen Eingangs- und Ausgangsspannung groß, so fällt der resultierende Wirkungsgrad wesentlich unter 40%. Im Gegensatz dazu besitzt ein Schaltregler mit einem durchgeschalteten und gesperrten Transistorschalter für Regelung typische, 60% übersteigende, Wirkungsgrade.

Ein Schaltregler hat aus drei Gründen einen weit höheren Wirkungsgrad als ein linearer Regler. Da der Schalttransistor entweder ein- oder ausgeschaltet wird, führt dies erstens während des größten Teils des Betriebs entweder zu einem kleinen Strom oder zu einer kleinen Spannung. Zweitens ist in einem weiten Bereich von Eingangsspannungen ein gutes Regelverhalten realisierbar, wobei drittens in weiten Bereichen des Laststroms ein hoher Wirkungsgrad erreicht werden kann.

Diese Eigenschaften werden im folgenden anhand von Fig. 3 weiter erläutert, in der ein Element 23 den Sender repräsentiert, welcher durch eine Batterie 11 (24 V) über die Zweidrahtleitung  $W_1$  und  $W_2$  und den dazu in Serie liegenden Lastwiderstand  $R$  mit einer Spannung  $V_T$  versorgt wird. Die Verlustleistung ( $PD$ ) des Senders 23 ist durch folgende Gleichungen gegeben:

$$\begin{aligned}
 PD &= 24 I - R I^2 &&= V_T I (\text{Verlustleistung des Senders}) \\
 \text{bei } I &= 4 \text{ mA, } PD &&= 96 \text{ mW} - R (16 \mu\text{W/Ohm}) \\
 &&&= 0 \leq R \leq 6 \text{ K Ohm} \\
 \text{bei } I &= 20 \text{ mA } PD &&= 480 \text{ mW} - R (400 \mu\text{W/Ohm}) \\
 &&&= 0 \leq R \leq 1,2 \text{ k Ohm} \\
 &&&= V_T = 24 - 20 (10^{-3}) R
 \end{aligned}$$

Für eine lineare Regelung ist die für die Elektronik des Senders verfügbare maximale Leistung ( $PE$ ) durch folgende Gleichung gegeben:

$$\begin{aligned}
 PE &= 4 \text{ mA } V_T \text{ bei } 20 \text{ mA} \\
 &= 4 \text{ mA} [24 - 20 (10^{-3}) \cdot R] \\
 &= 96 \text{ mW} - (80 \mu\text{W/Ohm}) \cdot R
 \end{aligned}$$

Für einen Schaltregler ist die für die Elektronik des Senders zur Verfügung stehende maximale Leistung ( $PE$ ) durch folgende Gleichung gegeben:

$$PE = \alpha PD_{MIN} = \alpha \{96 \text{ mW} - R (16 \mu\text{W/Ohm})\};$$

worin  $\alpha$  den Wirkungsgrad des Schaltreglers bedeutet und

$$PE = .75 \{96 \text{ mW} - R (16 \mu\text{W/Ohm})\} \text{ bei } \alpha = 75\%$$

gilt.

In einer praktischen Ausführungsform ist die für die elektronische Schaltung im Sender der Zweidraht-Fernmeßanordnung erforderliche Betriebsgleichspannung gleich +5 V. Gemäß Fig. 1 ist der von der Spannungsquelle 11 gezogene Strom gleich  $I_{PS}$ , der die vom Regler 17 gespeiste Schaltung 14 durchfließende Strom gleich  $I_{DC}$ , der den Signalausgangstransistor 16 durchfließende Strom gleich  $I_{CTL}$  und der den Widerstand  $R_{FB}$  durchfließende Strom  $I_{OUT}$  gleich 4 bis 20 mA.

Es sei nun angenommen, daß anstelle eines Schaltreglers in Fig. 1 ein linearer Regler verwendet wird. Bei linearer Regelung ist in der Anordnung dann wesentlich, daß der Strom  $I_{DC}$ , d. h. der Verluststrom in der mit einer Gleichspannung von +5 V gespeisten Schaltung 14 immer gleich oder geringfügig kleiner als der Versorgungsstrom  $I_{PS}$ . Da darüber hinaus  $I_{PS} + I_{CTL} + I_{OUT}$  (der Senderausgangsstrom im Bereich von 4 bis 20 mA) gilt, darf die Größe des die Elektronik im Sender durchfließenden Stroms  $I_{DC}$  4 mA nicht übersteigen.

Typische Werte für einen linearen Regler sind:

Eingangsgrößen

$$I_{OUT} (\text{minimum}) = 3,8 \text{ mA}$$

$$V + / - (\text{minimum}) = 12,5 \text{ V}$$

$I_{DC} (\text{maximum}) = 3,8 \text{ mA bis } + 5 \text{ V Gleichspannung}$

Für die Regelelektronik verfügbare Leistung = 19 mW.

Maximaler Schleifenlastwiderstand bei 24 V Gleichspannung und 20,8 mA

$$\frac{(24 - 12,5)}{20,8 \text{ mA}} = 553 \text{ Ohm}$$

Enthält jedoch die erfindungsgemäße Anordnung einen Schaltregler 17 gemäß Fig. 1, um der Elektronik des Senders eine konstante Versorgungsgröße zuzuführen, so ist der Hauptgesichtspunkt, daß die Minimalverlustleistung des Reglers so beschaffen ist, daß die der Elektronik zugeführte Versorgungsgröße lediglich geringfügig kleiner als die durch die Versorgungsquelle gelieferte Versorgungsgröße ist.

Der durch die Senderelektronik verbrauchte Strom  $I_{DC}$  kann daher größer als der Versorgungsstrom  $I_{PS}$  sein. Typische Werte für den Schaltregler sind die folgenden:

Eingangsgrößen

$$I_{OUT} (\text{minimum}) = 3,8 \text{ mA}$$

$$\text{Reglerwirkungsgrad} (\text{minimum}) = 75\%$$

$$\text{Schleifenwiderstand} (\text{maximal}) = 550 \text{ Ohm}$$

$$V + / - (\text{minimum}) = 6,5 \text{ V}$$

Die für die Elektronik des Senders zur Verfügung stehende Versorgungsgröße ist durch folgende Beziehungen gegeben:

$$\text{a) } I_{OUT} = 3,8 \text{ mA}$$

$$I_{DC} = \frac{.75 \cdot 24 - [3,8 \text{ mA} \cdot (550 \text{ Ohm} + R_{FB})] \cdot 3,8 \text{ mA}}{5 \text{ V Gleichspannung}} = 12,27 \text{ mA}$$

$$R_{FB} = 100 \text{ Ohm, } V_{\text{bei Eingangsversorgungsspannung}} = 21,53 \text{ V.}$$

$$\text{b) } I_{OUT} = 20,8 \text{ mA}$$

$$I_{DC} = \frac{.75 [24 - [20,8 \text{ mA} \cdot (550 \text{ Ohm} + R_{FB})] \cdot 20,8 \text{ mA}}{5 \text{ V Gleichspannung}} = 32,70 \text{ mA}$$

$$R_{FB} = 100 \text{ Ohm, } V_{\text{bei Eingangsversorgungsspannung}} = 10,48 \text{ V.}$$

Ein Vergleich einer linearen Regelung mit einer Schaltregelung gemäß der Erfindung ergibt folgendes:

I. Der Schaltregler in der Zweidraht-Fernmeßanordnung gewährleistet für die Elektronik des Sensors bei einer Lastimpedanz von 550 Ohm, die mit einer Gleichversorgungsspannung von 24 V gespeist wird und in einem Strombereich von 3,8 bis 20,8 mA arbeitet, eine wesentlich größere Leistung.

Der Linearregler erzeugt eine Leistung von 19 mW, während der Schaltregler eine Leistung von 61,35 mW liefert, was zu einer Erhöhung der verfügbaren Leistung um 222% führt.

II. Der Schaltregler vermag einen weit größeren Lastwiderstand zu speisen, wenn die Zweidraht-Fernmeßanordnung aus einer Versorgungsspannungsquelle mit 24 V gespeist wird. Ein linearer Regler mit einer minimalen Spannung  $V + / -$  von 12,5 V ist gleich einer Last von 552 Ohm. Ein Schaltregler mit einer minimalen Spannung  $V + / -$  von 6,5 V ist gleich einer Last von 841 Ohm. Dies stellt eine Erhöhung der Ansteuermöglichkeiten um 50% dar.

## Patentansprüche

## 1. Zweidraht-Fernmeßeinrichtung mit:

- 5 (a) einer mit Gleichstrom versorgten Sendestation mit an eine interne elektronische Schaltung angeschlossenen Stromversorgungs-Eingangsanschlüssen ( $T_2$ ,  $T_3$ ), welche von einer interessierenden Variablen angesteuert ist, um als Funktion dieser Variablen ein Versorgungsgleichstrom-Ausgangssignal in einem vorgegebenen Strombereich zu erzeugen,
- 10 (b) einer Zweidrahtleitung ( $W_1$ ,  $W_2$ ) deren eines Ende zur Übertragung des Versorgungsstroms mit dem Ausgang der Sendestation verbunden ist,
- (c) einer von der Sendestation entfernten Empfangsstation mit einer Gleichspannungsversorgungsquelle (11) und einem dazu in Reihe liegenden Lastwiderstand (12), welche zur Aufnahme des Versorgungsstroms und zur gleichzeitigen Stromversorgung der Sendestation mit dem anderen Ende der Leitung ( $W_1$ ,  $W_2$ ) verbunden sind,
- 15 (d) einem die Stromversorgungs-Eingangsanschlüsse ( $T_2$ ,  $T_3$ ) der Sendestation mit dem einen Ende der Leitung ( $W_1$ ,  $W_2$ ) verbindenden Schaltregler (17), welcher der internen Schaltung einen Strom zuführt, der größer als der Versorgungsstrom ist.
2. Fernmeßanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Regler (17) ein Abwärtsregler ist.
3. Fernmeßanordnung nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Regler (17) einen Schalttransistor (18) enthält, welcher mit einer vorgegebenen Frequenz durchgeschaltet und gesperrt wird, um von der Gleichspannungsversorgungsquelle (11) Spannung zu einem LC-Filter (19 bis 21) zu liefern.
- 20 4. Fernmeßanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Variable eine durch einen Sensor (10) gemessene Prozeßvariable ist.
5. Fernmeßanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (10) ein Analogsignal erzeugt, das in eine durch einen Mikroprozessor gesteuerte Schaltung (14) in der Sendestation eingespeist wird, deren Ausgang den Versorgungsstrom liefert.
- 25 6. Fernmeßanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Versorgungsstrom in einen an das eine Ende der Leitung ( $W_1$ ,  $W_2$ ) angekoppelten Ausgangstransistor (16) eingespeist wird.
7. Fernmeßanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Sensor (10) ein differentieller Druckwandler ist.
- 30 8. Fernmeßanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Regler (17) sowohl im Zustand hoher Spannung und kleinem Strom als auch im Zustand kleiner Spannung und hohem Strom eine konstante Versorgung erzeugt.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

— Leerseite —

